

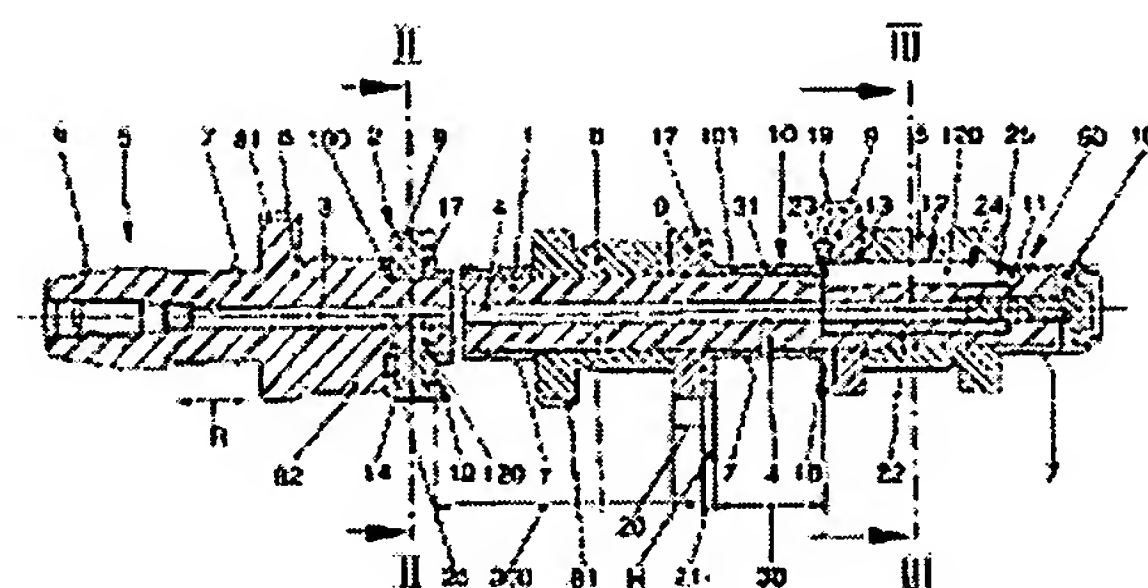
Camshaft arrangement for IC engine of motor vehicle, etc.

Patent number: DE19755113
Publication date: 1998-07-09
Inventor: BEIER ALFRED (DE); OTTO STEFFEN (DE);
HEIMERMANN CHRISTIAN (DE)
Applicant: VOLKSWAGENWERK AG (DE)
Classification:
- international: **F01L1/047; F01L1/04;** (IPC1-7): F01L1/04
- european: F01L1/047
Application number: DE19971055113 19971211
Priority number(s): DE19971055113 19971211; DE19961053876 19961221

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19755113

The camshaft arrangement has an inner shaft (1) and a coaxially arranged outer shaft (2). The outer shaft is formed of outer shaft elements having cam elements, which are threaded onto the inner shaft, and spacer elements (10). Rigid cam elements (8) are non-rotatably fixed on the inner shaft and movable cam elements (9), which are limited by hinge couplings, are hinged on the inner shaft. The hinge couplings are themselves supported on the inner shaft and have catches (12), which engage the movable cam elements in recesses (13). The axial length (22) of the catch is larger than that of the recess. The axial end areas (23,24) engage neighbouring outer shaft elements. At least one movable and at least one rigid cam element are assigned to the same catch.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



DE 197 55 113 A 1

2000 0000

2000 0000

2000 0000

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 197 55 113 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 01 L 1/04

②1 Aktenzeichen: 197 55 113.0
②2 Anmeldetag: 11. 12. 97
④3 Offenlegungstag: 9. 7. 98

⑥6 Innere Priorität:
196 53 876. 9 21. 12. 96

⑦1 Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

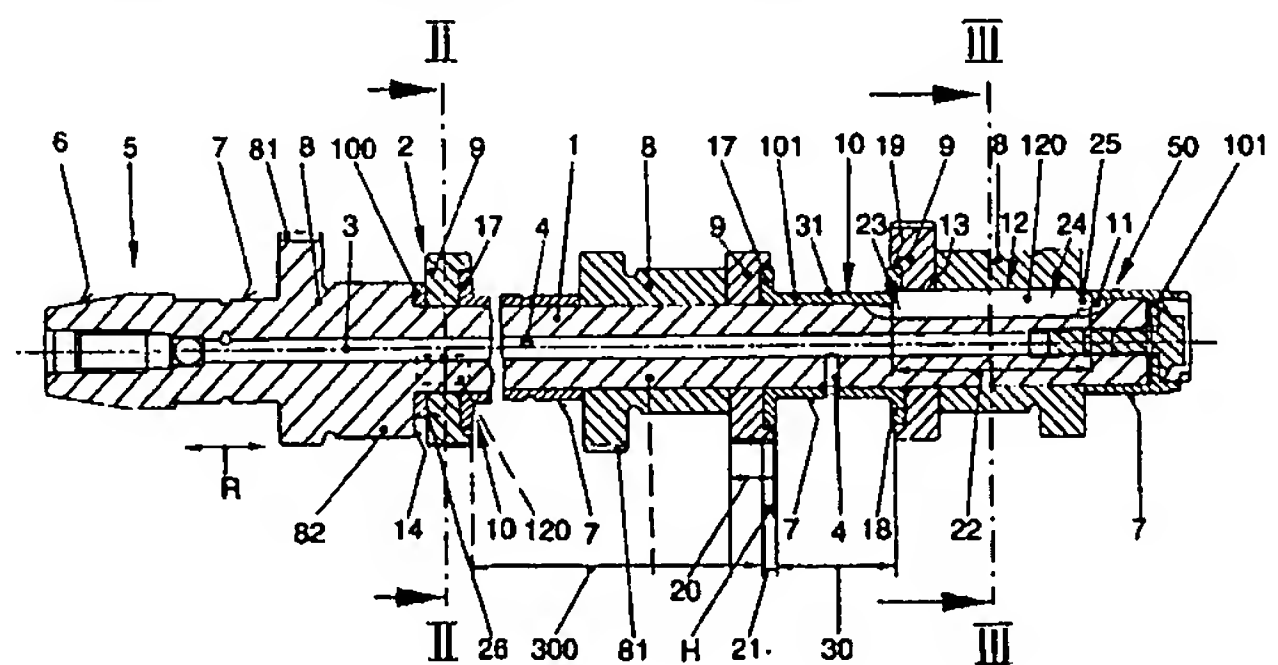
⑦2 Erfinder:
Beier, Alfred, 38108 Braunschweig, DE; Otto,
Steffen, 99706 Sondershausen, DE; Heimermann,
Christian, 38442 Wolfsburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤4 Nockenwellenanordnung mit einer Innenwelle und einer coaxial dazu angeordneten Außenwelle

⑤7 Eine im wesentlichen aus einer Innenwelle (1) und einer modularen Außenwelle (2) gebildete Nockenwellenanordnung weist gegenüber der Innenwelle (1) begrenzt verschwenkbar angeordnete Nockenelemente (9) auf. Für eine vereinfachte Herstellbarkeit und Montage ist vorgesehen, daß zumindest einem beweglichen Nockenelement (9) und einem starren Nockenelement (8) ein zwischen Innenwelle (1) und diesen Elementen wirkender, beiden gemeinsamer Mitnehmer (12) zugeordnet ist (Fig. 1).



E 197 55 113 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Nockenwellenanordnung mit einer Innenwelle und einer koaxial dazu angeordneten Außenwelle gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Aus DE 43 22 246 A1 ist eine gattungsgemäße Anordnung mit einer einstückigen Innenwelle und einer koaxial dazu angeordneten, mehrteiligen Außenwelle bekannt. Auf der Innenwelle sind abwechselnd jeweils ein Nockenelement sowie ein Distanzelement angeordnet. Zur Verhinderung der Drehung von Nockenelementen auf der Innenwelle sind Paßfedern zwischen diesen beiden angeordnet, welche formschlüssig in die Innenwelle sowie das korrespondierende Nockenelement eingreifen. Einige der Nockenelemente sind mittels einer Schwenkkopplung begrenzt winkelschwenkbar auf der Innenwelle gehalten. Zu diesem Zweck weisen diese Nockenelemente eine gegenüber der Innenwelle offene Ausnehmung auf, in welche sich an der Innenwelle abstützende Mitnehmer eingreifen. Die axiale Erstreckung dieser Mitnehmer ist größer bemessen als die der beweglichen Nocken, so daß sich die beiden axialen Endbereiche dieser Mitnehmer in benachbarten Distanzelementen abstützen können. Insgesamt ist diese Anordnung so getroffen, daß in axialer Abfolge jeweils ein mittels der Paßfedern starr festgelegter Nocken an ein Distanzelement grenzt, dieses wiederum an ein begrenzt verschwenkbares Nockenelement und dieses wiederum an ein Distanzelement usw. Zur axialen Sicherung aller Außenwellenelemente ist die Innenwelle an einer ihrer Enden mit einer Anschlagschulter versehen, während am gegenüberliegenden Ende ein mit einer vergleichbaren Schulter versehenes Distanzelement mittels einer Zentralschraube axial festgelegt ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Nockenwellenanordnung dahingehend zu verbessern, daß der Fertigungsaufwand und der Montageaufwand sowie im Zusammenhang damit die Anzahl der benötigten Bauteile verringert ist.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß zumindest einem beweglichen Nockenelement und einem starren Nockenelement ein gemeinsamer Mitnehmer zugeordnet ist. Vorteilhafterweise ist somit sowohl ein starres wie auch ein bewegliches Nockenelement mit nur einem Mitnehmer gegen Verdrehen gesichert bzw. gestattet dessen Verschwenkbarkeit, wodurch die Anzahl der einzulegenden Paßfedern bzw. Mitnehmer und die damit verbundene Anzahl an Fertigungsverfahren deutlich reduziert ist.

Gemessen am Stand der Technik bedeutet dies bezüglich der dort gezeigten Nockenwellenanordnung mit vier starren und vier beweglichen Nockenelementen, daß die dort insgesamt benötigten acht Paßfedern bzw. Mitnehmer durch vier Mitnehmer ersetzt sind. Hiermit korrespondierend sind lediglich vier Ausnehmungen an der Innenwelle erforderlich und es sind nur vier Mitnehmer bei der Montage dieser Nockenwellenanordnung einzulegen.

In vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß sich die Mitnehmer im Bereich von drei oder mehr benachbarten Außenwellenelementen erstrecken und diese jeweils gegen Verdrehen sichern bzw. bezüglich des beweglichen Nockens dessen Verschwenkbarkeit sicherstellen.

Erstrecken sich die Mitnehmer in vorteilhafter Ausgestaltung beispielsweise zusätzlich in benachbarte Distanzelemente, welche als Hülsen ausgebildet Teil einer Lagerung der Nockenwellenanordnung sind, so ist gleichzeitig dieses Teil der Lageranordnung gegen Verdrehen gesichert.

Die axiale Abdichtung der aus dem Stand der Technik be-

kannten, hydraulisch bedämpften Schwenkkopplungen kann in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung über an diese beweglichen Schwenknocken stirnseitig angrenzende starren Nockenelemente sowie über an die gegenüberliegende Stirnseite angrenzende Distanzelemente erfolgen, welche zu diesem Zweck an dieser Stirnseite mit einem sich radial erstreckenden Bund versehen sind. Hierbei kann bevorzugt vorgesehen sein, daß sich in axialer Richtung gesehen, dieser Bund zumindest teilweise innerhalb der axialen Erstreckung eines beweglichen Nockenelementes befindet und somit eine Überdeckung zwischen diesen Bauteilen in axialer Richtung erzielt ist. Dieses stellt eine verbesserte mechanische Führung der beweglichen Nocken sicher und bietet darüber hinaus den Vorteil einer deutlichen Verkürzung des axial benötigten Bauraumes.

Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung sind Ventiltriebe mit periodisch zu betätigenden Gaswechselventilen in Hubkolben-Brennkraftmaschinen, insbesondere von solchen, die in Kraftfahrzeugen verbaut sind. Ein weiteres Anwendungsgebiet sind Einspritzpumpen zur Bereitstellung von vorbestimmten Kraftstoffmengen in Brennkraftmaschinen.

Darüber hinaus sind eine Reihe weiterer technischer Anwendungsfälle denkbar in welchen mechanische Übertragungsketten unter Einschaltung einer erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung Verwendung finden.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus dem nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläuterten Ausführungsbeispiel.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Nockenwellenanordnung,

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II gemäß Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III gemäß Fig. 1,

Fig. 4 einen Querschnitt durch ein Außenwellenelement,

Fig. 5 einen Querschnitt durch ein weiteres Außenwellenelement und

Fig. 6 teilweise gebrochen eine Ansicht eines weiteren Außenwellenelementes.

Eine Nockenwellenanordnung ist im wesentlichen aus einer Innenwelle 1 und aus einer koaxial dazu angeordneten, modular aufgebauten Außenwelle 2 gebildet. Die Innenwelle 1 ist in axialer Richtung R zentral von einem ölführenden Kanal 3 durchsetzt, von welchem mehrere, noch zu erläuternde Querkanäle 4 abzweigen. Des weiteren ist die Innenwelle 1 an ihrem gemäß Fig. 1 links liegenden, einen Endbereich 5 mit einer Konusfläche 6 zur Aufnahme eines nichtgezeigten Antriebselementes versehen, gefolgt von einer kreiszylindrischen Außenfläche 7 einer Lageranordnung zur Abstützung der Nockenwellenanordnung. Einstückig und materialeinheitlich mit der Innenwelle 1 ausgebildet folgt anschließend ein starres Nockenelement 8, welches axial nebeneinanderliegend zwei phasenversetzt zueinanderliegende Nockenerhebungen 81 und 82 mit unterschiedlichen Hüben aufweist.

Die Außenwelle 2 ist aus einer Mehrzahl von Außenwellenelementen gebildet, welche u. a. weitere starre Nockenelemente 8 mit Nockenerhebungen 81 und 82, bewegliche Nockenelemente 9 mit Nockenerhebungen 91 sowie Distanzelemente 10 umfassen.

Die beweglichen Nockenelemente 9 sind mittels Schwenkkopplungen begrenzt verschwenkbar auf der Innenwelle 1 gehalten. Solche Schwenkkopplungen sowie deren Funktionsweise sind beispielsweise in der eingangs genannten DE 43 22 246 A1 ausführlich dargelegt und werden daher hier nur soweit erforderlich erläutert. Die genannten Schwenkkopplungen werden im wesentlichen gebildet aus Einsenkungen 11 in der Innenwelle 1, darin eingelegten Mit-

nehmern 12 sowie Ausnehmungen 13 der beweglichen Nockenelemente 9, in welche der Mitnehmer 12 eingreift. Diese Ausnehmungen 13 erstrecken sich in bekannter Weise über einen größeren Winkelbereich als die Mitnehmer 12, so daß die Nockenelemente 9 begrenzt gegenüber der Innenwelle 1 verschwenkbar sind. Zur Bedämpfung dieser Schwenkbewegung mündet jeweils ein Querkanal 4 in die Ausnehmung 13.

Die allgemein mit 10 bezeichneten Distanzelemente sind als Distanzscheiben 100 oder als Distanzhülsen 101 ausgebildet. Die Distanzhülsen 101 tragen jeweils eine Außenfläche T, welche im Falle der beidseitig von Nockenelementen 8 oder 9 begrenzten Distanzhülsen 101 über einen Querkanal 4 schmierölversorgt sind.

Das gemeinsam mit der Innenwelle 1 ausgebildete Nockenelement 8 weist einen als Schulter 14 ausgebildeten Anschlag für die auf die Innenwelle 1 aufzufädelnden Außenwellenelemente auf.

Die Distanzhülsen 101 sind an zumindest einer ihrer beiden, den Nockenelementen 8 bzw. 9 zugewandten Stirnseiten 15 bzw. 16 mit einem sich radial erstreckenden Bund 17 bzw. 18 versehen. Der den beweglichen Nockenelementen 9 zugewandte Bund 17 und ebenso der Bund 18 sind in axialer Richtung R unter Bildung einer Oberdeckung H in Einsenkungen 19 dieser Nockenelemente 9 eingesetzt.

Die Breite 20 der beweglichen Nockenelemente 9 in axialer Richtung R ist deutlich größer bemessen als die Breite 21 von Bund 17 bzw. 18, so daß Bund 17 und Bund 18 vollständig oder nahezu vollständig in der Breite 20 aufgenommen werden können.

Die Mitnehmer 12 sind als stabförmige Walzen 120 ausgebildet, deren axiale Erstreckung 22 jeweils größer bemessen ist als die der Ausnehmungen 13. Axiale Endbereiche 23 bzw. 24 der Walzen 120 greifen somit jeweils in benachbarte Außenwellenelemente ein. Wie am besten aus Fig. 1, rechts zu erkennen, ist zumindest einem beweglichen Nockenelement 9 und einem starren Nockenelement 8 ein gemeinsamer Mitnehmer 12 in Form einer Walze 120 zugeordnet. Die axiale Erstreckung 22 dieser Walze 120 ist so bemessen, daß sich der linksliegende axiale Endbereich 23 bis in die benachbarte Distanzhülse 101 erstreckt, der mit einem abgesetzten Zapfen 25 versehene, gegenüberliegende Endbereich 24 erstreckt sich in eine weitere, rechts davon liegende und benachbarte Distanzhülse 101, welche auf den in Fig. 1 rechtsliegenden Endbereich 50 der Innenwelle 1 aufgeschoben ist.

Fig. 4 zeigt die in Fig. 1 an der Schulter 14 liegende Distanzscheibe 101 als Einzelteil, wobei von einer dem beweglichen Nockenelement 9 zugewandten Stirnseite 26 aus eine den Endbereich 23 formschlüssig aufnehmende Vertiefung 27 eingebracht ist. Korrespondierende Vertiefungen 27 weist gemäß Fig. 6 die Distanzhülse 101 im Bereich von Bund 17 und Bund 18 auf, ebenso die auf den Endbereich 50 angeordnete Distanzhülse 101.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, kann eine axiale Distanz 30 bzw. 300 zwischen zwei benachbarten beweglichen Nockenelementen 9 mittels einer einzigen, einen Bund 17 und einen Bund 18 aufweisenden Distanzhülse 101 überbrückt sein bzw. mittels einer Distanzhülse 101 und einem starren Nockenelement 8.

Die zwischen den beiden Endbereichen 5 und 50 der Innenwelle 1 liegenden Distanzhülsen 101 sind auf ihrer Außenfläche 7 mit einer eingestochenen Nut 31 versehen, in welche ein Querkanal 4 mündet. Hierdurch ist eine Schmierölversorgung der Lageranordnung für diese Nockenwellenanordnung gewährleistet.

Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Nockenwellenanordnung müssen nach dem Bereitstellen der Innen-

welle 1 in diese die Walzen 120 aufnehmenden Einsenkungen 11 eingebracht werden. Anschließend kann die in Fig. 1 links gestrichelt dargestellte, kurze Walze 120 in ihre Einsenkung 11 eingelegt werden, dann die Distanzscheibe 100, ebenso wie das angrenzende Nockenelement 9 und die mit einem Bund 17 versehene Distanzhülse 101 aufgefädelt werden. Die Vertiefungen 27 in der Distanzscheibe 100 sowie der Distanzhülse 101 nehmen die kurze Walze 120 formschlüssig auf so daß diese beiden Teile drehfest auf der Innenwelle 1 festgelegt sind. Zugleich ist diese Walze 120 durch den Formschluß bei Rotation der Innenwelle 1 gegen ein fliehkraftbedingtes Abheben aus der Einsenkung 11 gesichert. Diese Sicherung verhindert zugleich ein Auftreten übermäßiger Reibung zwischen Walze 120 und Ausnehmung 13 im Nockenelement 9. Die durch die Ausnehmung 13 gebildete Kammer ist, wie bereits erwähnt, mit Hydraulikflüssigkeit bedämpft und in axialer Richtung durch die benachbarte Distanzscheibe 100 und die Distanzhülse 101 abgedichtet. Anschließend wird gemäß Fig. 1 rechts neben der Distanzhülse 101 liegend eine deutlich längere Walze 120 in die ihr zugeordnete Einsenkung 11 eingelegt, dann das starre Nockenelement 8, das nächste bewegliche Nockenelement 9 sowie die mit dem Bund 17 und dem Bund 18 versehene Distanzhülse 101 aufgeschoben. Der Formschluß zwischen dieser Walze 120, dem Nockenelement 8 und der Distanzhülse 101 verhindert wiederum deren Rotation gegenüber der Innenwelle 1.

In einem nächsten Schritt kann die mit dem Zapfen 25 versehene Walze 120 eingelegt werden, welche dabei mit ihrem links liegenden Endbereich 23 in die korrespondierende Vertiefung 27 eingreift. Es folgen anschließend das nächste bewegliche Nockenelement 9 sowie das daran angrenzende starre Nockenelement 8. Abschließend wird die auf dem Endbereich 50 liegende Distanzhülse 101 aufgeschoben, wobei deren rotatorische Lage durch den Eingriff des Zapfens 25 vorbestimmt ist. Der axiale Zusammenhalt aller Außenwellenelemente wird anschließend durch Eindrehen einer Schraube 32 in korrespondierende Gewinde des Kanals 3 sichergestellt.

Abweichungen von dem vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel sind selbstverständlich möglich, so kann beispielsweise das gemäß Fig. 1 links liegende, einstückig mit der Innenwelle 1 ausgebildete Nockenelement 8 ebenfalls separat ausgebildet als Teil der Außenwelle 2 aufgefädelt werden. Ebenso sind Variationen bezüglich der Anzahl der auf den Nockenelementen 8 bzw. 9 angeordneten Nockenerhebungen 81, 82 bzw. 91 sowie deren relative Lage zueinander und deren Erhebung möglich.

Bei einem bevorzugten Einsatz der vorbeschriebenen Nockenwellenanordnung im Ventiltrieb einer Hubkolben-Brennkraftmaschine, vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug, ist auf dem Konus 6 ein über einen Endlostrieb mit der Kurbelwelle dieser Brennkraftmaschine verbundenes Antriebsrad angeordnet. Die beweglichen Nockenelemente 9 wirken auf als Einlaßventile ausgebildete Gaswechselventile, wobei diese Nockenelemente 9, wie bereits erwähnt, mit mehreren Nockenerhebungen 91 bei mehrventiligen Brennkraftmaschinen versehen sein können. Die mit dem größeren Hub versehenen Nockenerhebungen 81 der Nockenelemente 8 betätigen als Auslaßventile ausgebildete Gaswechselventile, während die Nockenerhebungen 82 Einspritzvorrichtungen für Kraftstoff vorzugsweise Pumpe - Düselemente betätigen.

Patentansprüche

1. Nockenwellenanordnung mit einer Innenwelle (1) und einer coaxial dazu angeordneten Außenwelle (2),

wobei diese Außenwelle (2) aus auf die Innenwelle (1) aufgefädelten, Nockenelemente (8, 9) und Distanzelemente (10) aufweisende Außenwellenelementen gebildet ist, deren starre Nockenelemente (8) drehfest auf der Innenwelle (1) und deren bewegliche Nockenelemente (9) mittels Schwenkkopplungen begrenzt verschwenkbar auf dieser Innenwelle (1) angeordnet sind, wobei diese Schwenkkopplungen sich an der Innenwelle (1) abstützende, in Ausnehmungen (13) der Nockenelemente (9) eingreifende Mitnehmer (12) aufweisen, deren axiale Erstreckung (22) größer ist als die der Ausnehmungen (13) und deren axiale Endbereiche (23, 24) in benachbarte Außenwellenelemente eingreifen, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest einem beweglichen Nockenelement (9) und einem starren Nockenelement (8) ein gemeinsamer Mitnehmer (12) zugeordnet ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der gemeinsame Mitnehmer (12) axial zumindest in ein benachbartes Distanzelement (10) erstreckt.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der gemeinsame Mitnehmer (12) axial in ein weiteres, benachbartes Distanzelement (10) erstreckt.

4. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanzelemente (10) zumindest an einer ihrer den Nockenelementen (8, 9) zugewandten Stirnseiten (15, 16) mit einem sich radial erstreckenden Bund (17, 18) versehen sind, dessen Breite (21) eine Überdeckung (H) in axialer Richtung (R) mit der Breite (20) dieser Nockenelemente (8, 9) aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die axialen Endbereiche (23, 24) im wesentlichen über die Breite (21) des Bundes (17, 18) erstrecken.

6. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Distanzelemente (10) als mit einer kreiszylindrischen Außenfläche (7) einer Lageranordnung versehene Distanzhülsen (101) ausgebildet sind.

7. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Distanz (30) zwischen zwei Nockenelementen (9) mit einem an den Stirnseiten (15, 16) mit je einem sich radial erstreckenden Bund (17, 18) versehenen, als Distanzhülse (101) ausgebildeten Distanzelement (10) überbrückt ist und jeder Bund (17, 18) in eine korrespondierend ausgebildete Einsenkung (19) des benachbarten Nockenelementes (9) eingreift.

8. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Distanz (300) zwischen zwei Nockenelementen (9) durch ein als Distanzhülse (101) ausgebildetes Distanzelement (10) und ein starres Nockenelement (8) überbrückt ist.

9. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwelle (1) benachbart zu einem ihrer Endbereiche (5) ein einstückig und materialeinheitlich mit ihr ausgebildetes Nockenelement (8) aufweist, welches als Anschlag für die aufzufädelnden Außenwellenelemente ausgebildet ist.

10. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der starren Nockenelemente (8) axial nebeneinanderliegend zumindest zwei Nockenerhe-

bungen (81, 82) aufweisen.

11. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Distanzhülsen (101) Teil eines endseitigen Lagers der Nockenwellenanordnung ist und der gemeinsame Mitnehmer (12) mit einem abgesetzten Zapfen (25) in diese Distanzhülse (101) eingreift.

12. Verwendung einer Nockenwellenanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, im Ventiltrieb einer Hubkolben-Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug.

13. Verwendung einer Nockenwellenanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, in einer Einspritzpumpe für Kraftstoff an einer Brennkraftmaschine.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

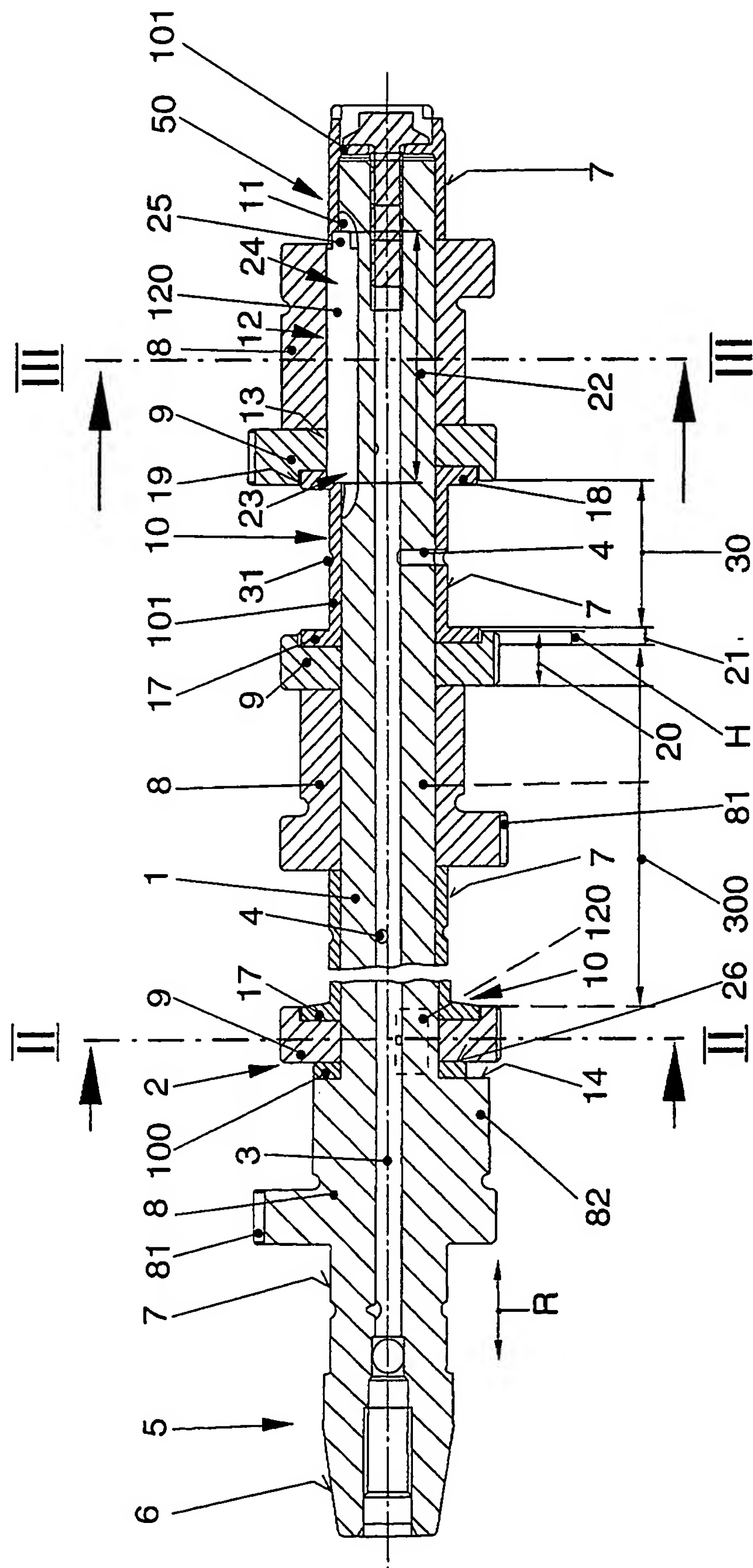


FIG. 1

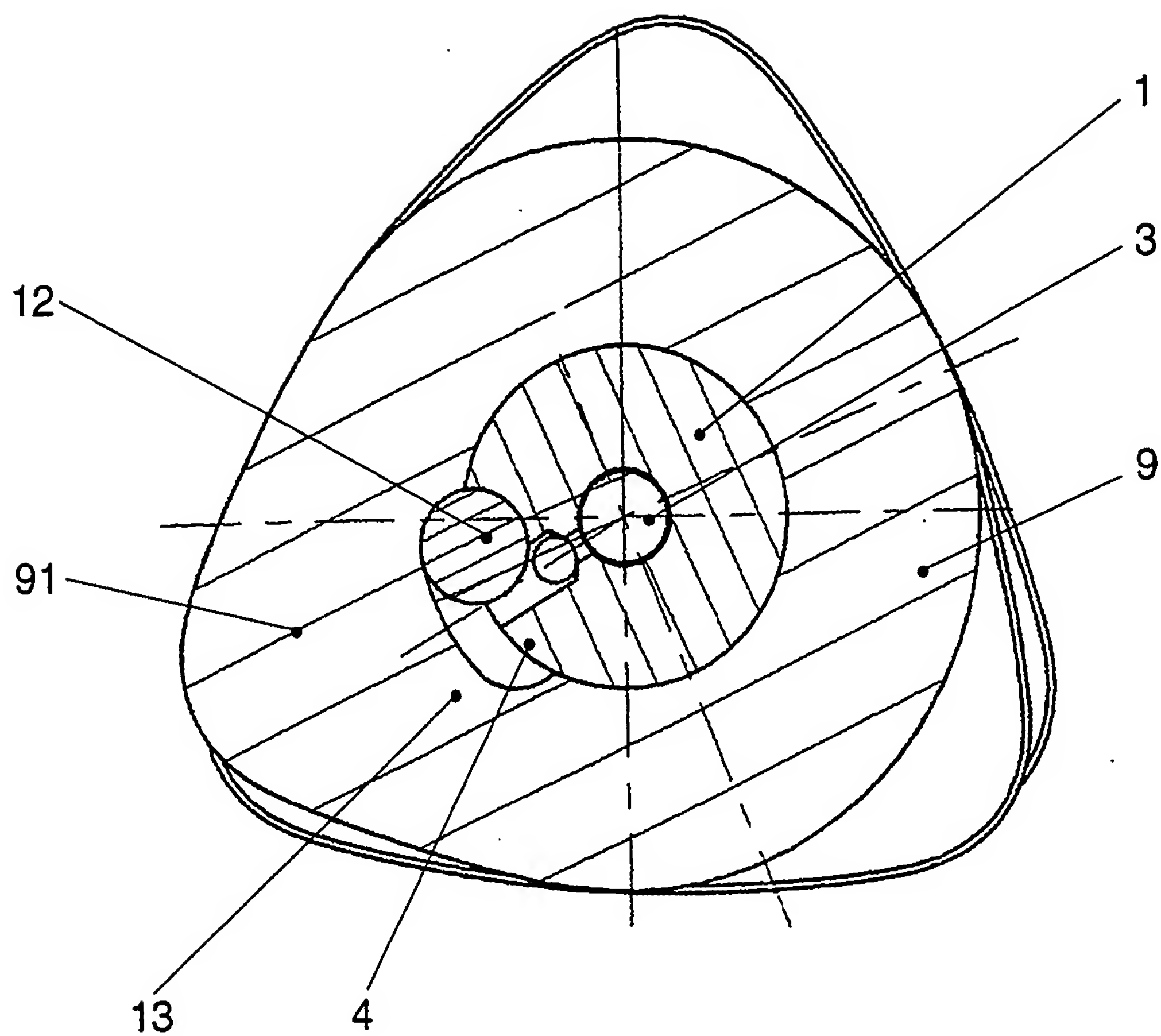


FIG. 2

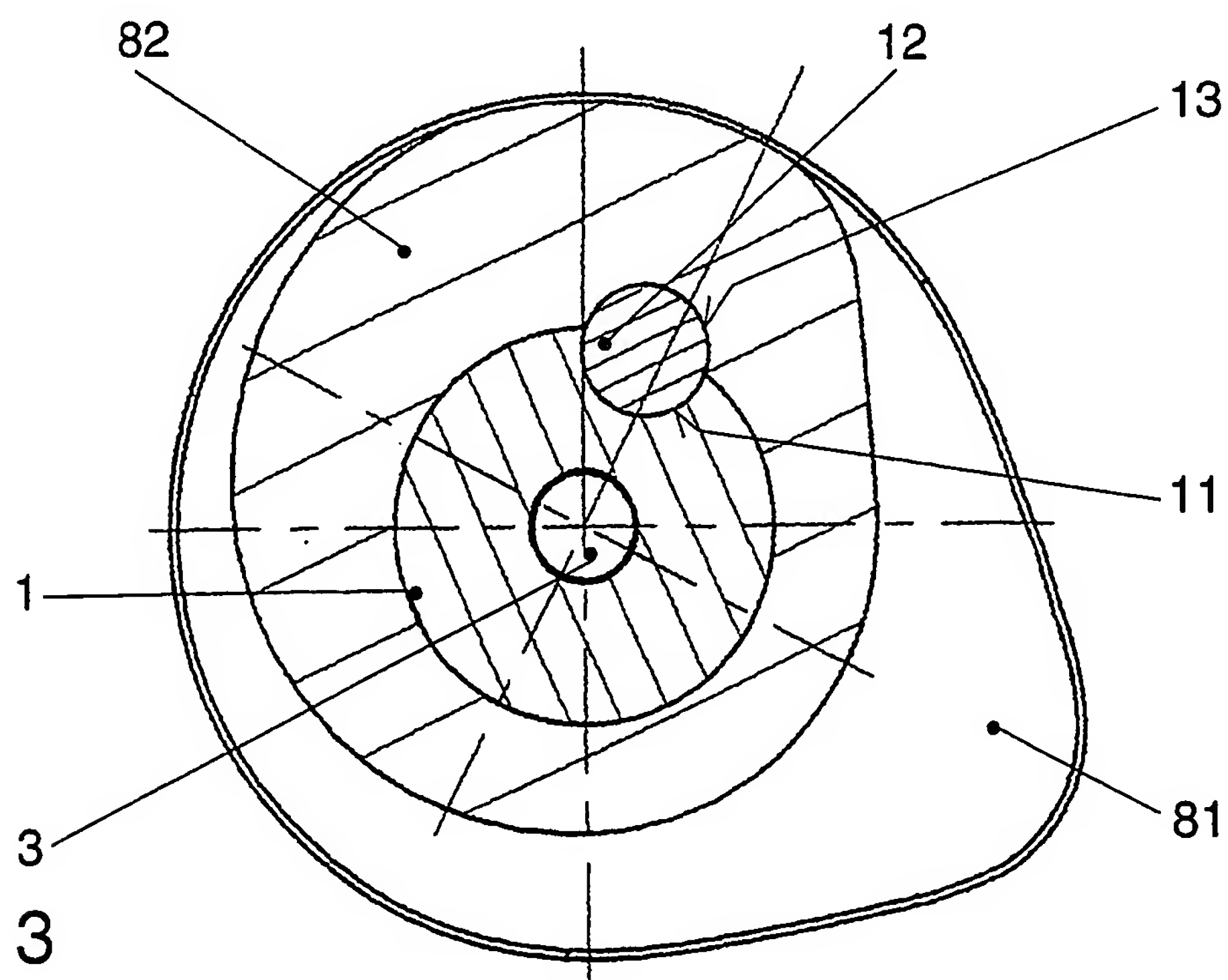


FIG. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.